



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 10 2004 015 416.3
Anmeldetag: 26. März 2004
Anmelder/Inhaber: Putzmeister Aktiengesellschaft, 72631 Aichtal/DE
Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zur Steuerung einer
Dickstoffpumpe
IPC: F 04 B 15/02

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 04. Mai 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Kahle

STUTTGART

Dr.-Ing. Dipl.-Phys. Eckhard Wolf*
Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Johannes Lutz*
Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Thomas Pfiz*
Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Thilo Corts

BADEN-BADEN

Dr. rer. nat. Dipl.-Phys. Hanspeter Reule*
Dipl.-Phys. Erich Zipse (bis 2003)

Hauptmannsreute 93
D-70193 STUTTGART

Telefon: +49-(0)711-18 77 60
Telefax: +49-(0)711-18 77 65
E-Mail: info@wolflutz.de

Putzmeister Aktiengesellschaft
Max-Eyth-Straße 10
D-72631 Aichtal

Vorrichtung und Verfahren zur Steuerung einer Dickstoffpumpe

A 16 893

24.03.04

f - sl/ru

Vorrichtung und Verfahren zur Steuerung einer Dickstoffpumpe

Beschreibung

- 5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Dickstoffpumpe mit zwei über stirnseitige Öffnungen in einen Materialaufgabebehälter mündenden, mittels einer hydraulischen Reversierpumpe und über diese angesteuerter hydraulischer Antriebszylinder im Gegentakt betätigbaren Förderzylindern, mit einer innerhalb des Materialaufgabebehälters
10 angeordneten, eintrittsseitig abwechselnd an die Öffnungen der Förderzylinder anschließbaren und die jeweils andere Öffnung freigebenden und austrittsseitig mit einer Förderleitung verbundenen, hydraulisch betätigbaren Rohrweiche, wobei bei jedem Förderhub in mindestens zwei in vorgegebenen Abständen voneinander und von den stangen- und/oder bodenseitigen
15 Enden der Antriebszylinder befindlichen Sensorpositionen das Vorbeilaufen der Kolben erfaßt und bei Beendigung eines Förderhubs ein Umsteuervorgang der Reversierpumpe und der Rohrweiche ausgelöst wird.

- Es ist eine Vorrichtung zur Steuerung einer Zweizylinder-Dickstoffpumpe
20 dieser Art bekannt (DE 195 42 258), bei welcher die Endlagen der Kolben der Antriebszylinder mittels Zylinderschaltensensoren zur Erzeugung von Endlagensignalen abgreifbar sind. Die Durchflussumkehr der Reversierpumpe ist dort über die Endlagensignale der Antriebszylinder auslösbar. In der Praxis werden die Endlagensignale üblicherweise über die beiden stangenseitigen
25 Zylinderschaltensensoren ausgelöst. Beim Umsteuern der Reversierpumpe und der Rohrweiche kommt es immer wieder zu Problemen, wenn beispielsweise über eine Fernsteuerung unterschiedliche Fördermengen gefahren werden sollen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Umsteuerung der Reversierpumpe nicht momentan erfolgt. Es bedarf vielmehr einer gewissen Umschaltzeit, innerhalb der die in einer Reversierpumpe vorhandene Schrägscheibe durchgefahren werden kann. Die Umschaltzeiten liegen bei gängigen
30 Reversierpumpen bei ca. 0,1 sec. Bei einem Zwei-Sekunden-Hub ent-

spricht diese Umschaltdauer etwa 5 % der Hubstrecke. Hinzu kommen weitere Verzögerungszeiten, beispielsweise für die Umschaltung der Relais, die in der gleichen Größenordnung liegen können. Dies bedeutet, dass für das Umsteuern der Reversierpumpe je nach Kolbengeschwindigkeit Strecken

5 errechnet werden, die entweder zu einem Anschlag des Kolben am Boden oder zu einer unvollständigen Entleerung der Zylinder führen können. Aus diesem Grund wurden schon bisher die Zylinderschaltensensoren zur Signalisierung des Kolbendurchlaufs im Bereich der Endpositionen im Abstand vom stangen- oder bodenseitigen Ende der Zylinder angeordnet. Wenn also der

10 Kolben die Sensorposition durchläuft, steht immer noch eine Kolbenlaufstrecke für die Umschaltung zur Verfügung. Bei bekannten Zweizylinder-Dickstoffpumpen wurde die Position der Zylinderschaltensensoren so gewählt, dass bei maximal möglicher Kolbengeschwindigkeit eine Umsteuerung der Reversierpumpe möglich war, die gerade zu einem Bodenkontakt des Kol-

15 bens geführt hat. Wenn der Kolben langsamer läuft, führt dies aufgrund der konstanten Umschaltdauer der Reversierpumpe und der Ansprechzeit der Relais dazu, dass die Kolben während dieser Zeit nicht ganz bis zum benachbarten Boden laufen. Im Zylinder verbleibt also immer eine Restmenge Beton, die bei einem Kolbenhub nicht aus dem Zylinder herausgefördert

20 wird. Dies kann zu einem Aushärten des Betons und zu Stopfern führen. Bei Einkreisumpen wird mit ein und derselben Hydraulikpumpe auch die Rohrweiche umgesteuert. Dies muß exakt in der Zeit erfolgen, in der die Kolben am bodenseitigen oder stangenseitigen Ende angelangt sind. Nur dann ist der Pumpendruck für die Umsteuerung der Rohrweiche ausreichend. Ein

25 besonderes Problem der Einkreispumpe besteht also darin, dass die Zeitpunkte der Umsteuerung der Reversierpumpe, des Anhaltens der Kolben und der Umsteuerung der Rohrweiche exakt aufeinander abgestimmt werden müssen. Bei Zweikreisumpen, bei welchen die Rohrweiche über einen Druckspeicher umgesteuert wird, sind die Abstimmungsprobleme zwar etwas

30 geringer. Gleichwohl ist jedoch auch hier durch eine geeignete Abstimmung dafür zu sorgen, dass der Kolben den Zylinder vollständig abfährt, um unerwünschte Restmengen in den Zylindern zu vermeiden.

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Dickstoffpumpe der eingangs angegebenen Art zu entwickeln, womit ein vollständiges Entleeren der Zylinder bei jedem Kolbenhub möglich ist und dennoch ein unerwünschtes Anschlagen der Kolben an den Enden der Antriebszylinder vermieden wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe werden die in den Ansprüchen 1 und 6 angegebenen Merkmalskombinationen vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die erfindungsgemäße Lösung geht von dem Gedanken aus, dass mit mindestens zwei an beliebigen Stellen der Arbeitszylinder angeordneten Zylinderschaltensensoren, die im Abstand voneinander und von den beiden Endlagen angeordnet sind, eine Bewegungserfassung der Antriebskolben möglich ist, die unter Zuhilfenahme einer rechnergestützten Umsteuereinrichtung mit geeigneter Software eine vollständige Erfassung des Bewegungsablaufs der Kolben entlang der Arbeitszylinder und damit eine Lösung des vorstehend angegebenen Problems erlauben. Um dies zu erreichen, wird gemäß der Erfindung primär vorgeschlagen, dass die rechnergestützte Umsteuereinrichtung eine Mess- und Auswerteroutine zur messtechnischen und/oder rechnerischen Erfassung des zeitlichen Bewegungsablaufs der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für eine Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche aufweist.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur zeitlichen Erfassung des Kolbendurchgangs am Ort der Zylinderschaltensensoren sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für eine Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche bei jedem Kolbenhub unter Berücksichtigung

einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Anschlag am Zylinderende aufweist. Die Bremszeit der Kolben setzt sich im Wesentlichen zusammen aus der Ansprechzeit der Umsteuerrelais und der Durchschaltzeit der Reversierpumpe.

5

Bei konstanter Betriebsweise ohne Fördermengenwechsel kann jedem Zeitintervall, das als Referenzwert für die Geschwindigkeit gemessen wird, ein Auslösezeitpunkt für die Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche zugeordnet werden. Die Zeiterfassung kann in diesem Fall beispielsweise über den Umschaltimpuls für die Rohrweiche erfolgen. Der Abstand zwischen zwei Rohrweichenumschaltungen entspricht dann der Hubdauer. Unter Berücksichtigung der gemessenen Hubdauer wird beim Durchgang des Kolbens durch einen der beiden Zylinderschaltensensoren dann der Auslösezeitpunkt für die Umsteuerung bestimmt. Dieser Wert ist bei ein und derselben Pumpenbauart etwa konstant. Eine Besonderheit ergibt sich, wenn die Fördermenge innerhalb eines Pumpenhubs verändert wird. In diesem Fall muß die neue Fördermenge berücksichtigt und in eine entsprechende Restlaufzeit umgerechnet werden, um den exakten Auslösezeitpunkt zu ermitteln.

20

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht demgemäß vor, dass die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur Berechnung der Geschwindigkeit der Kolben auf ihrem Weg zwischen den Zylinderschaltensensoren und eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die Umsteuervorgänge unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zu den jeweiligen Endanschlägen in den Zylindern aufweist.

25

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Mess- und Auswerteroutine auf vorzugsweise an einem Fernsteuerorgan eingestellte Vorgabewerte für die Fördermenge der Reversierpumpe anspricht und einen Algorithmus zur Bestimmung des Verlaufes der Kolbengeschwindigkeit und

30

des daraus abgeleiteten nächsten Auslösezeitpunkts für die Umsteuervorgänge nach Maßgabe der augenblicklich eingestellten Vorgabewerte aufweist. Dabei ist es von besonderem Vorteil, wenn die Mess- und Auswertoutine einen Algorithmus zur Bestimmung der Bremszeit oder des Bremswegs der Kolben nach Maßgabe der momentan gemessenen oder berechneten Kolbengeschwindigkeit und eines daraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die Umschaltvorgänge aufweist.

Verfahrensgemäß wird gemäß der Erfindung primär vorgeschlagen, dass der zeitliche Bewegungsablauf der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden gemessen und/oder berechnet und daraus der jeweils nächste Auslösezeitpunkt für die Umsteuervorgänge abgeleitet wird. Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Kolbendurchgänge am Ort der Zylinderschaltensensoren in zeitlicher Relation zueinander erfaßt werden und dass daraus der Auslösezeitpunkt für die jeweils folgende Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder berechnet wird. Dabei kann die Geschwindigkeit der Kolben auf ihrem Weg zwischen den ausgewählten Zylinderschaltensensoren berechnet und hieraus der nächste Zeitpunkt für die Umsteuervorgänge abgeleitet werden.

Eine weitere bevorzugte Verfahrensweise besteht darin, dass der zeitliche Bewegungsablauf der Kolben über ferngesteuerte Vorgabewerte für die Fördermenge geändert wird und dass aus dem nach Maßgabe der Vorgabewerte berechneten Bewegungsablauf der Kolben unter Berücksichtigung einer hierdurch modifizierten Bremszeit der nächste Auslösezeitpunkt für die Umsteuervorgänge abgeleitet wird. Dazu kann es zweckmäßig sein, dass die Bremszeit oder der Bremsweg der Kolben aus der gemessenen oder berechneten momentanen Kolbengeschwindigkeit unter jeweiliger Berücksichtigung der gerätespezifischen Ansprech- und Umschaltzeiten der Reversier-

pumpe ermittelt und daraus der jeweils nächste Auslösezeitpunkt berechnet wird.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einer Zweizylinder-Dickstoffpumpe in teilweise geschnittener schaubildlicher Darstellung;

10 Fig. 2 ein Schaltschema einer rechnergestützten Antriebshydraulik für die Zweizylinder-Dickstoffpumpe;

Fig. 3 einen Ausschnitt aus Fig. 2 mit einigen Maßangaben für die Berechnung eines bevorzugten Auslösezeitpunkts;

15

Fig. 4 ein Geschwindigkeits-/Zeit-Diagramm der Kolbenbewegung entlang den Antriebszylindern;

Fig. 5 ein Flussdiagramm der Mess- und Auslöseroutine.

20

Die in Fig. 2 und 3 dargestellte Steuerungsanordnung ist für eine Dickstoffpumpe entsprechend Fig. 1 bestimmt. Die Dickstoffpumpe weist zwei Förderzylinder 50,50' auf, deren stirnseitige Öffnungen 52 in einen Materialaufgabebehälter 54 münden und abwechselnd während des Druckhubs über eine Rohrweiche 56 mit einer Förderleitung 58 verbindbar sind. Die Förderzylinder 50,50' werden über hydraulische Antriebszylinder 5,5' und eine Reversierhydropumpe 6 im Gegentakt angetrieben. Zu diesem Zweck sind die Förderkolben 60,60' der Förderzylinder 50,50' mit den Kolben 8,8' der Antriebszylinder 5,5' über eine gemeinsame Kolbenstange 9,9' verbunden.

25
30

Die Antriebszylinder 5,5' werden bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel bodenseitig über Hydraulikleitungen 11,11' des Hydraulikkreislaufs mit Hilfe der

Reversierpumpe 6 mit Drucköl beaufschlagt und sind an ihrem stangenseitigen Ende über eine Schaukelölleitung 12 hydraulisch miteinander verbunden. Die Bewegungsrichtung der Antriebskolben 8,8' und damit der gemeinsamen Kolbenstange 9,9' wird dadurch umgekehrt, dass die Durchflussrichtung der Reversierpumpe 6 über einen Computer 14 und einen Verstellmechanismus 16 enthaltende Umsteuereinrichtung 18 umgekehrt wird. Die Reversierpumpe 6 weist zu diesem Zweck eine Schrägscheibe 62 auf, die bei der Umsteuerung durch ihre Nulllage hindurchgeschwenkt wird, so dass sich die Förderrichtung des Drucköls in den Hydraulikleitungen 11,11' umkehrt. Die Fördermenge der Reversierpumpe 6 kann bei vorgegebener Drehzahl eines nicht dargestellten Antriebsmotors durch den Schwenkwinkel der Schrägscheibe 62 variiert werden. Der Schwenkwinkel der Schrägscheibe 62 kann dabei über ein Fernsteuergerät 64 mit Unterstützung des Computers 14 verstellt werden.

Die Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche 56 erfolgt, sobald die Kolben 8, 8' der Antriebszylinder 5, 5' ihre Endlage erreichen. Die Umsteuereinrichtung verwertet Ausgangssignale der jeweils im Abstand von den stangenseitigen und bodenseitigen Enden der beiden Antriebszylinder 5,5' angeordneten Zylinderschaltensensoren 20,22 und 20',22', die ausgangsseitig mit dem Rechner 14 der Umsteuereinrichtung 18 verbunden sind. Die Zylinderschaltensensoren sprechen auf die beim Pumpbetrieb vorbeilaufenden Antriebskolben 8,8' an und signalisieren dieses Ereignis an den Rechnereingang 66,68. Beim Auftreten der Ausgangssignale wird in der Umsteuereinrichtung zeitverzögert ein Umsteuersignal 76 ausgelöst, das die Reversierpumpe 6 über den Verstellmechanismus 16 umsteuert. Im Zuge des Umsteuervorgangs wird außerdem über ein Signal 77 eine Umsteuerung der Rohrweiche 56 über das Wegeventil 79 und die Plungerzylinder 72,72' ausgelöst. Im Normalbetrieb werden primär die Signale der stangenseitigen Zylinderschaltensensoren 20,20' zur Erzeugung eines Umsteuersignals verwendet. Dazu weist der Rechner 14 eine Mess- und Auswerteroutine 40 (vgl. Fig. 5) auf, in welcher die Ausgangssignale der stangenseitigen Zylinderschalt-

sensoren 20,20' unter Bildung eines Umsteuersignals 76,77 für die Reversierpumpe 6 und/oder die Rohrweiche 56 ausgewertet werden.

Im Folgenden werden anhand der Fig. 3 und 4 die der Mess- und Auswerteuroutine 40 zugrunde liegenden Berechnungsmethoden näher erläutert.

In Fig. 3 sind die stangenseitigen Zylinderschaltssensoren 20,20' mit S_1 und S_2 bezeichnet. Dementsprechend sind die Sensorpositionen vom bodenseitigen Ende der Antriebszylinder aus mit X_{S1} und X_{S2} bezeichnet, während die Nutzlänge des Zylinders, die sich aus der Zylinderlänge abzüglich Kolbenlänge errechnet, mit X_{Zyl} bezeichnet ist. Hierbei handelt es sich um den maximalen Kolbenhub. Die Positionen X_{S1} , X_{S2} der Zylinderschaltssensoren und die Nutzlänge X_{Zyl} sind bekannt.

Ziel der Erfindung ist die Berechnung einer Position X_x bzw. die zugehörige Zeit t_x für den Kolbendurchlauf an der Stelle X_x , von der aus die Reversierpumpe umgesteuert werden muss, damit ein vollständiger Kolbenhub ohne hartes Anschlagen am Zylinderboden erzielt werden kann. Diese Position ist abhängig von der Fördermenge, jedoch unabhängig von der Position der Zylinderschaltssensoren (vgl. Fig. 4). Die Geschwindigkeit V_K des Kolbens ergibt sich aus der Nutzungslänge X_{Zyl} und der Hubzeit t_{Hub} sowie den Beschleunigungs- und Bremswegen und -zeiten X_{Beschl} , X_{Brems} , t_{Beschl} , t_{Brems} zu:

$$V_K = \frac{X_{Zyl} - X_{Beschl} - X_{Brems}}{t_{Hub} - t_{Beschl} - t_{Brems}}$$

Der Brems- oder Auslösepunkt für die Umsteuerung ergibt sich zu:

$$X_x = X_{Zyl} - X_{Brems}$$

wobei zur Vereinfachung von einer konstanten Bremsbeschleunigung b_{brems} ausgegangen wird:

$$t_{\text{brems}} = V_K / b_{\text{brems}}.$$

5

Hieraus ergibt sich

$$X_x = X_{\text{Zyl}} - \frac{1}{2} \cdot \frac{V_K^2}{b_{\text{brems}}}.$$

10 Der Bremszeitpunkt bestimmt sich demgemäß zu

$$t_x = t_{\text{Hub}} \cdot \frac{X_x}{X_{\text{Zyl}}}.$$

15 Eine genauere Bestimmung des Auslösezeitpunkts ist möglich, wenn zusätzlich die Informationen des Kolbendurchlaufs durch die Schalterpositionen S_1 bzw. S_2 hinzugenommen werden. So errechnet sich beispielsweise die Zeit zwischen dem Hubanfang und dem Schalter 1 zu

$$t_{xS_1} = \frac{X_{S_1}}{X_{\text{Zyl}}} \cdot t_{\text{Hub}}$$

20

Für die Auslösezeit vom Schalter 1 aus ergibt sich ein Wert

$$\Delta t_{x1} = t_x - t_{xS_1}$$

25 Entsprechendes gilt für die Position x_{S_2} des Zylinderschaltensors S_2 :

$$\Delta t_{x2} = t_x - t_{xS_2}$$

Falls die Schalter S_1 bzw. S_2 vor dem Auslösezeitpunkt überfahren werden, wird die Zeit Δt_{x1} bzw. Δt_{x2} nach dem Überfahren des Zylinderschaltensors beginnen. Liegen die Zylinderschaltensoren hinter der Auslöseposition, so wird die Auslösezeit ab Hubbeginn berechnet.

5

Analog zu den vorstehend beschriebenen Berechnungsmethoden kann der Auslösezeitpunkt auch bei einer Änderung der Fördermenge bestimmt werden. Dazu ist die Nutzlänge X_{Zyl} in Abhängigkeit von der Fördermengenänderung aufzuteilen und die neue Geschwindigkeit V_K des Kolbens für die
10 Berechnung der Bremszeit anzusetzen. Diese ist aufgrund der vorgegebenen Fördermenge bekannt.

15

Das Flussdiagramm der Mess- und Auswerteroutine 40 in Fig. 5 veranschaulicht die Mess- und Steuerungsvorgänge während der Kolbenbewegung in den Arbeitszylindern. An den Positionen S_1 und S_2 der Zylinderschaltensoren wird der Zeitpunkt t_{s1} und t_{s2} des vorbeilaufenden Kolbens ermittelt und daraus die theoretische Hubzeit t_{Hub} berechnet. Falls zwischendurch die Fördermenge geändert wird, wirkt sich dies auf die Hubzeit t_{Hub} und damit auch auf die Kolbengeschwindigkeit aus. Diese Werte werden dann berücksichtigt
20 bei der Berechnung der Auslösezeit, die schließlich im Zeitpunkt t_x bzw. Δt_x zur Auslösung der Umsteuerbewegungen in der Rohrweiche und in der Reversierpumpe führen.

25

Um einen sicheren Betontransport auch beim Ausfallen des einen oder anderen Zylinderschaltensors S_1, S_2 zu gewährleisten, wird parallel zu den Ereignismessungen an den Zylinderschaltensoren eine Vorhaltezeit für die Hubzeit vorgegeben, die unabhängig von den Messvorgängen an den Zylinderschaltensoren über einen Parallelzweig eine Umsteuerung der Rohrweiche und der Reversierpumpe auslösen kann.

30

Zusammenfassend ist folgendes festzuhalten: Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Zweizylinder-

Dickstoffpumpe, deren Förderkolben mittels einer hydraulischen Reversierpumpe 6 und über diese angesteuerter hydraulischer Antriebszylinder im Gegentakt betätigt werden. Die Förderzylinder 50, 50' werden bei jedem Druckhub über eine Rohrweiche 56 mit einer Förderleitung 58 verbunden.

- 5 Bei Beendigung eines jeden Druckhubs wird ein Umsteuervorgang der Reversierpumpe 6 und der Rohrweiche 56 ausgelöst. Um auch bei Änderung der Förderleistung eine gezielte Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche zu erreichen, bei denen eine vollständige Entleerung der Förderzylinder ohne Kolbensschläge in den Antriebszylindern gewährleistet ist,
- 10 wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, dass eine rechnergestützte Umsteuereinrichtung vorgesehen ist, die eine Mess- und Auswerteroutine zur messtechnischen und/oder rechnerischen Erfassung des zeitlichen Bewegungsablaufs der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die
- 15 nächste Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche aufweist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Steuerung einer Dickstoffpumpe mit zwei über stirnseitige Öffnungen (52) in einen Materialaufgabebehälter (54) mündenden, 5 mittels mindestens einer hydraulischen Reversierpumpe (6) und über diese angesteuerter hydraulischer Antriebszylinder (5,5') im Gegentakt betätigbaren Förderzylindern (50,50'), mit einer innerhalb des Materialaufgabebehälters (54) angeordneten, eintrittsseitig abwechselnd an die 10 Öffnungen (52) der Förderzylinder (50,50') anschließbaren und die jeweils andere Öffnung freigebenden und austrittsseitig mit einer Förderleitung (58) verbundenen, hydraulisch betätigbaren Rohrweiche (56), wobei die Antriebszylinder (5,5') an ihrem einen Ende über je eine Hydraulikleitung (11,11') mit einem Anschluß der Reversierpumpe (6) und an ihrem anderen Ende über eine Schaukelölleitung (12) miteinander 15 hydraulisch verbunden sind, mit mindestens zwei in vorgegebenen Abständen voneinander und von den stangen- und/oder bodenseitigen Enden der Antriebszylinder (5,5') angeordneten, auf einen vorbeilaufenden Kolben (8,8') der Antriebszylinder ansprechenden Zylinderschaltensensoren (20,20';22,22'), und mit einer auf Ausgangssignale ausgewählter Zylinderschaltensensoren ansprechenden Einrichtung (18) zur 20 Umsteuerung der Reversierpumpe (5) und der Rohrweiche (56) nach Ablauf eines jeden Kolbenhubs, **dadurch gekennzeichnet**, dass die rechnergestützte Umsteuereinrichtung eine Mess- und Auswerteroutine zur messtechnischen und/oder rechnerischen Erfassung des zeitlichen Bewegungsablaufs der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylindern sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für eine Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche aufweist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die 25 Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur zeitlichen Erfassung des Kolbendurchgangs am Ort der Zylinderschaltensensoren sowie zur 30

Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für eine Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche bei jedem Kolbenhub unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder aufweist.

5

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur Berechnung der Geschwindigkeit der Kolben auf ihrem Weg zwischen den Zylinderschaltensensoren und eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die nächsten Umsteuervorgänge unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder aufweist.

10

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mess- und Auswerteroutine auf vorzugsweise über ein Fernsteuerorgan eingestellte Vorgabewerte für die Fördermenge der Reversierpumpe anspricht und einen Algorithmus zur Bestimmung des Verlaufs der Kolbengeschwindigkeit und des daraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die nächsten Umsteuervorgänge nach Maßgabe der augenblicklich eingestellten Vorgabewerte aufweist.

15

20

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur Bestimmung der Bremszeit oder des Bremswegs der Kolben nach Maßgabe der momentan gemessenen oder berechneten Kolbengeschwindigkeit und eines daraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die Umschaltvorgänge aufweist.

25

6. Verfahren zur Steuerung einer Dickstoffpumpe mit zwei über stirnseitige Öffnungen (52) in einen Materialaufgabebehälter (54) mündenden, mittels einer hydraulischen Reversierpumpe (6) und über diese ange-

30

- 5 steuerter hydraulischer Antriebszylinder (5,5') im Gegentakt betätigbaren Förderzylindern (50,50'), mit einer innerhalb des Materialaufgabebehälters (54) angeordneten, eintrittsseitig abwechselnd an die Öffnungen (52) der Förderzylinder (50,50') anschließbaren und die jeweils andere Öffnung freigebenden und austrittsseitig mit einer Förderleitung (58) verbundenen, hydraulisch betätigbaren Rohrweiche, wobei bei jedem Förderhub in mindestens zwei in vorgegebenen Abständen voneinander und von den stangen- und bodenseitigen Enden der Antriebszylinder befindlichen Sensorpositionen das Vorbeilaufen der Kolben erfaßt und ein Umsteuervorgang der Reversierpumpe (6) und/oder der Rohrweiche (56) ausgelöst wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zeitliche Bewegungsablauf der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden gemessen und/oder berechnet und daraus der Auslösezeitpunkt für die jeweils nächsten Umsteuervorgänge abgeleitet wird.
- 10
- 15
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kolbendurchgänge am Ort der Zylinderschaltensensoren in zeitlicher Relation zueinander erfaßt werden und dass daraus der Auslösezeitpunkt für die jeweils folgende Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder berechnet wird.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Geschwindigkeit der Kolben auf ihrem Weg zwischen den ausgewählten Zylinderschaltensensoren berechnet und dass hieraus der Auslösezeitpunkt für die jeweils folgende Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder
- 30 berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder abgeleitet wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zeitliche Bewegungsablauf der Kolben über ferngesteuerte Vorgabewerte für die Fördermenge geändert wird, und dass aus dem nach Maßgabe der Vorgabewerte berechneten Bewegungsablauf der Kolben unter Berücksichtigung einer hierdurch modifizierten Bremszeit der Auslösezeitpunkt für die folgenden Umsteuervorgänge abgeleitet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremszeit oder der Bremsweg der Kolben aus der gemeinsamen oder berechneten Kolbengeschwindigkeit unter jeweiliger Berücksichtigung der gerätespezifischen Ansprech- und Umschaltzeiten der Reversierpumpe ermittelt und daraus der jeweils nächste Auslösezeitpunkt berechnet wird.

5

10

15

Zusammenfassung

Vorrichtung und Verfahren zur Steuerung einer Zweizylinder-Dickstoffpumpe

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Zweizylinder-Dickstoffpumpe, deren Förderkolben mittels einer hydraulischen Reversierpumpe (6) und über diese angesteuerter hydraulischer Antriebszylinder im Gegentakt betätigt werden. Die Förderzylinder (50,50') werden bei jedem Druckhub über eine Rohrweiche (56) mit einer
- 10 Förderleitung (58) verbunden. Bei Beendigung eines jeden Druckhubs wird ein Umsteuervorgang der Reversierpumpe (6) und der Rohrweiche (56) ausgelöst. Um auch bei Änderung der Fördermenge eine gezielte Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche zu erreichen, bei denen eine vollständige Entleerung der Förderzylinder ohne Kolbensschläge in den
- 15 Antriebszylindern gewährleistet ist, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, dass eine rechnergestützte Umsteuereinrichtung vorgesehen ist, die eine Mess- und Auswerteroutine zur messtechnischen und/oder rechnerischen Erfassung des zeitlichen Bewegungsablaufs der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden sowie zur Berechnung eines
- 20 hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die nächste Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche aufweist.

(Fig. 2)

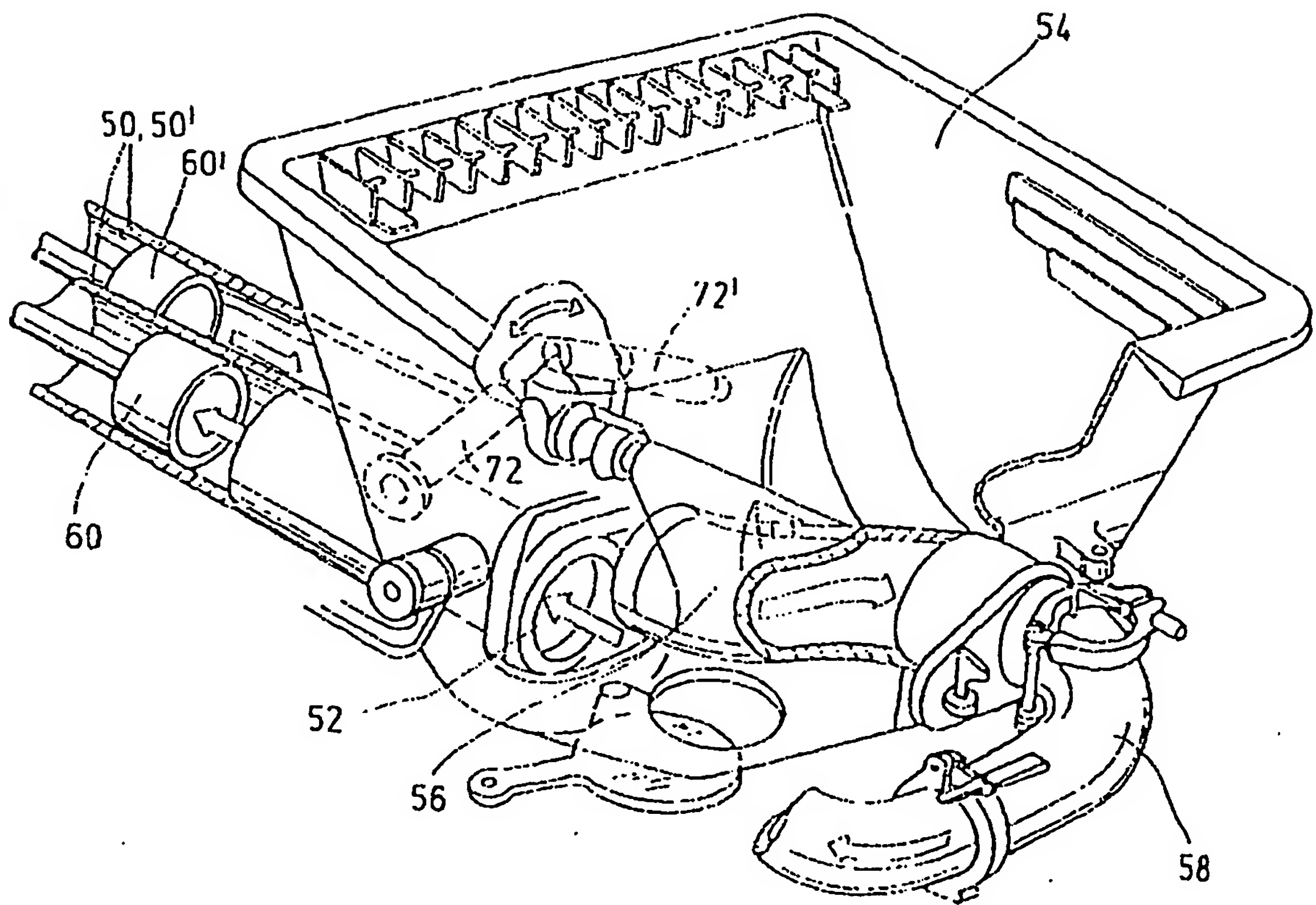
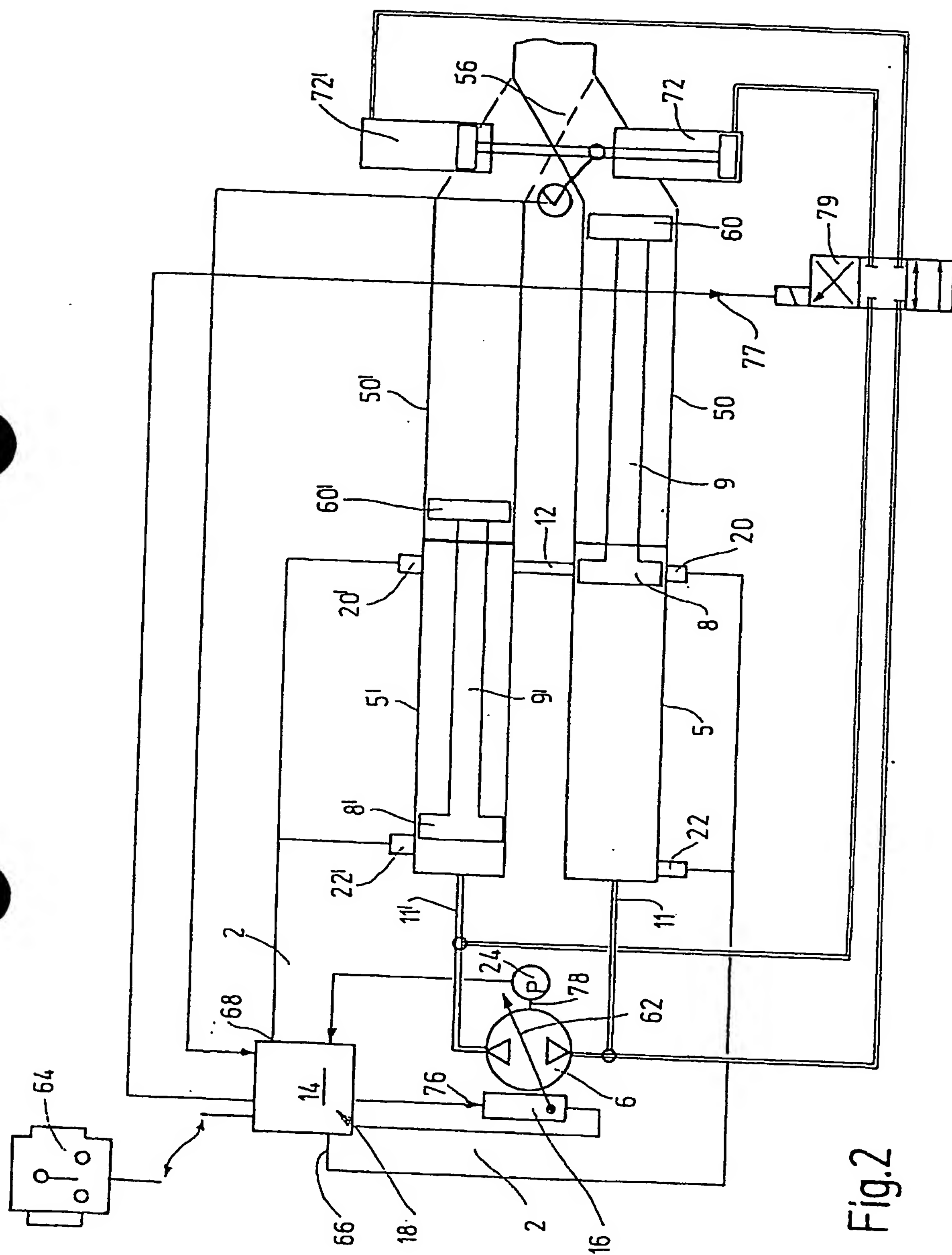


Fig.1



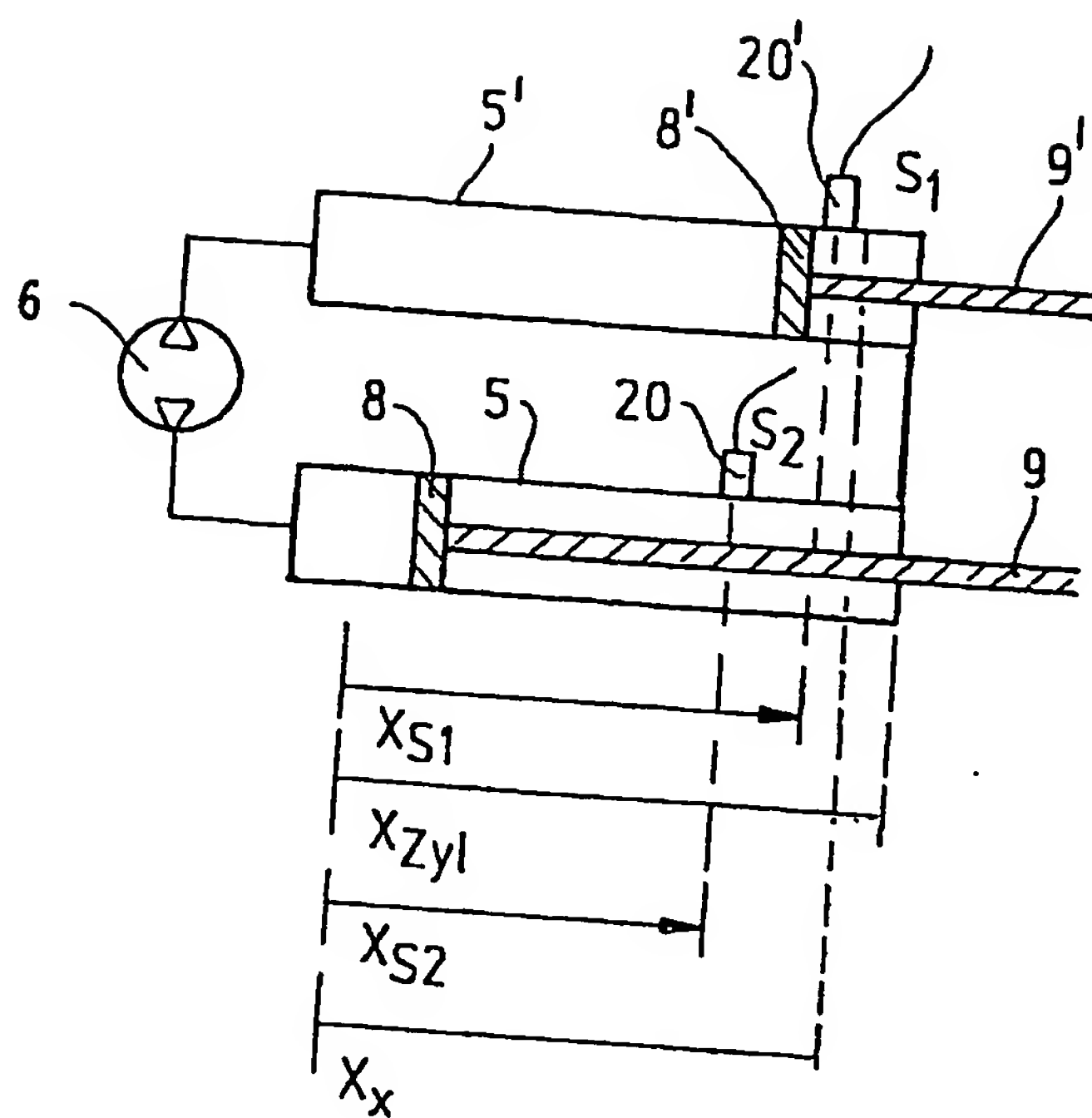


Fig.3

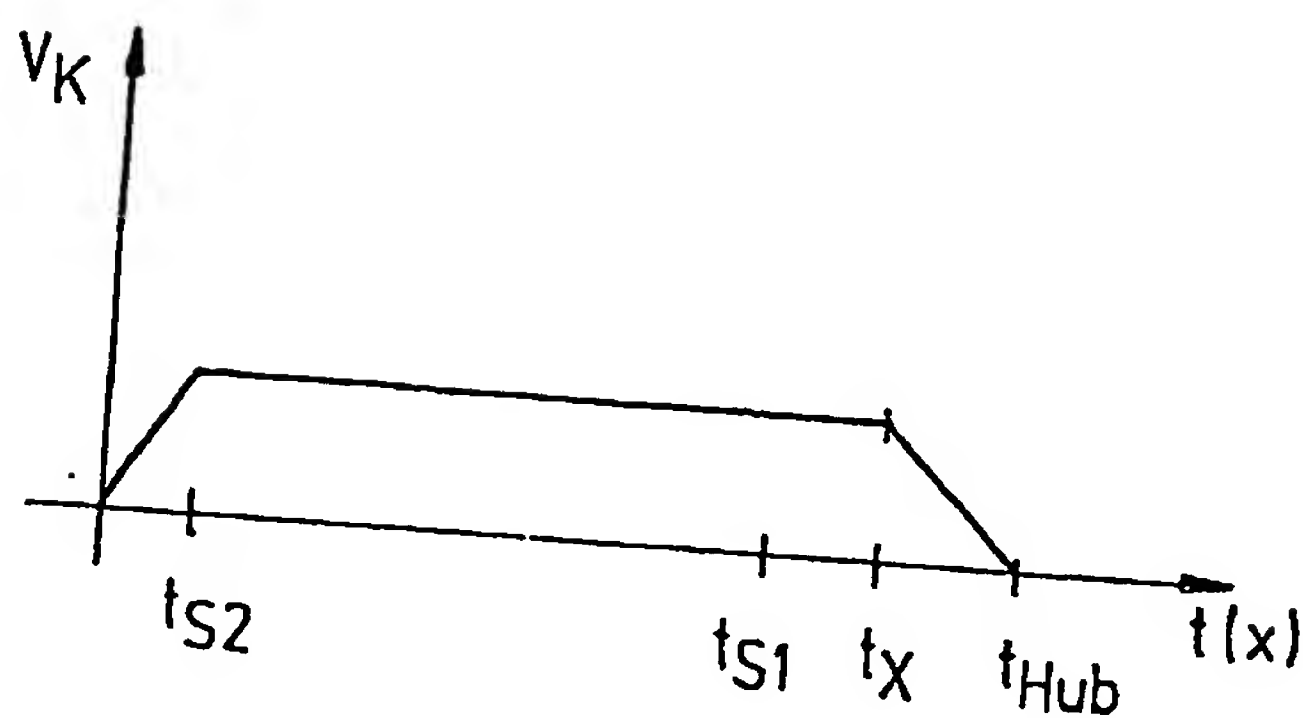


Fig.4

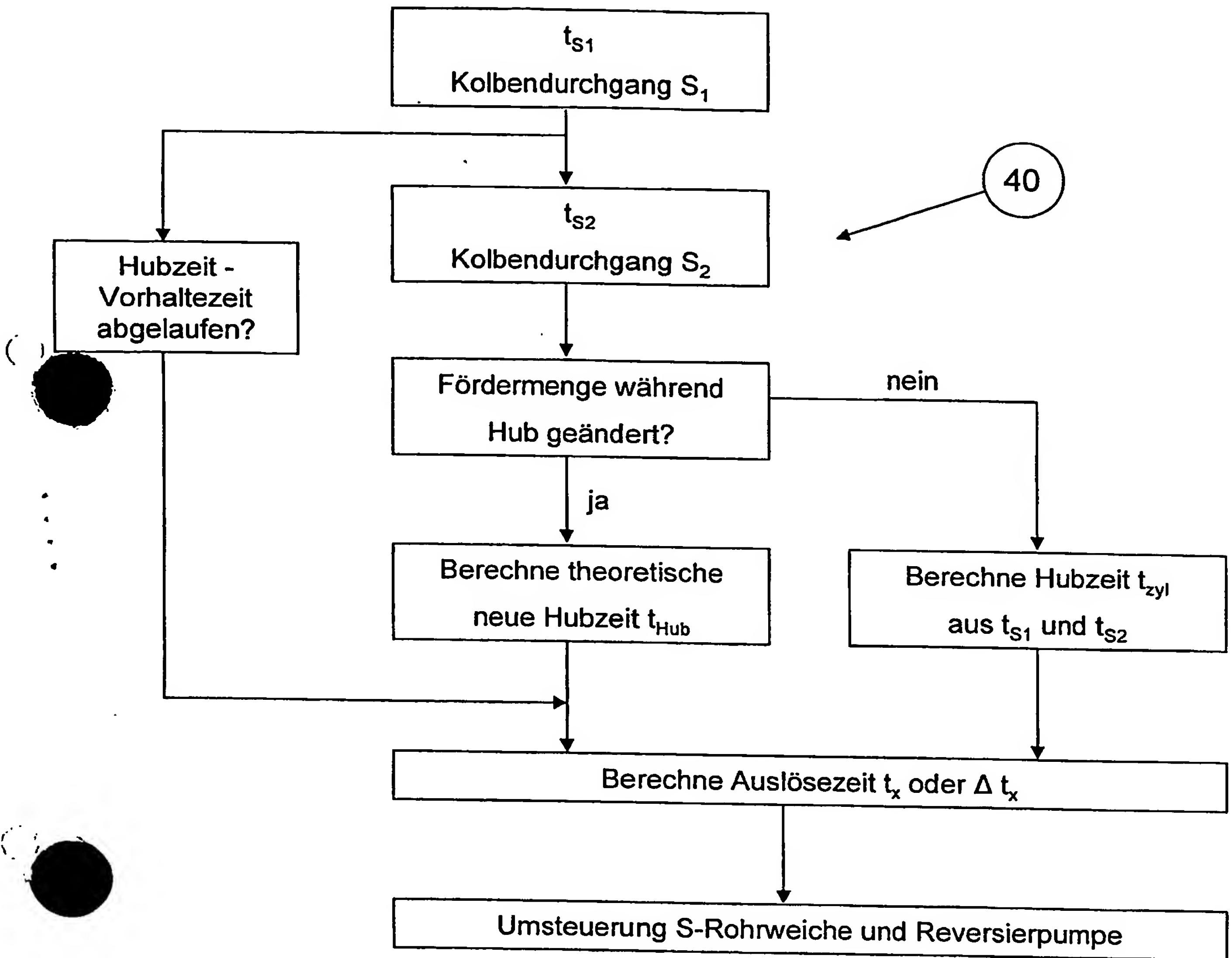


Fig. 5

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/002893

International filing date: 18 March 2005 (18.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 015 416.3
Filing date: 26 March 2004 (26.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 27 May 2005 (27.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse